

*Carlo Altamura
 *Mariangela Majori
 **Rossella Bedini
 ***Giuseppe Cantatore

* Università degli Studi "La Sapienza"
 Facoltà di Medicina e Chirurgia
 Corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria
 Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
 Titolare: Prof. Guido Goracci
 ** Istituto Superiore di Sanità, Roma
 Laboratorio di Ingegneria Biomedica
 *** Prof. a C. Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
 Corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria
 Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Corrispondenza:
 Dr. Carlo Altamura
 Via Franco Sacchetti, 135 - 00137 Roma
 Tel. e Fax 06.87137809
 E-mail: MD8035@mcLink.it

Esame comparativo della resistenza alla trazione di ricostruzioni post-endodontiche eseguite con perni in fibra di carbonio e vari tipi di adesivi

Mechanical comparative evaluation of endodontic restorations using different adhesive systems and carbon fiber posts

RIASSUNTO

Lo scopo del lavoro è stato quello di studiare le caratteristiche meccaniche di un nuovo tipo di perno endocanalare prefabbricato, in materiale non metallico, costituito da una struttura di microfibre di carbonio inglobate in una matrice di resina epossidica. Dopo terapia endodontica e preparazione dell'alloggio endocanalare di trenta elementi dentali monoradicolarmente estratti, trenta perni in fibra di carbonio sono stati cementati passivamente nei siti intracanalari utilizzando tre diversi mezzi di fissaggio:

Gruppo 1: Saturn Cement Dual (Dent Zar Inc.);

Gruppo 2: Single Step (Denpac);

Gruppo 3: Scotchbond Multipurpose Plus (3M).

Ogni gruppo di campioni è stato a sua volta suddiviso in due sottogruppi di cinque elementi a seconda dell'impiego o meno di agenti, come EDTA ed ipoclorito di sodio, per un pretrattamento della dentina pericanalare, oltre a quelli previsti da ogni singola casa produttrice.

I campioni ottenuti sono stati sottoposti a prove di resistenza alla rottura allo sforzo di taglio a tensione (Tensile Shear-Stress at break) tramite l'impiego di un dinamometro elettronico.

I risultati di tale studio hanno evidenziato come l'utilizzo di un pretrattamento aggiuntivo sia stato di una certa utilità solo nei campioni del primo gruppo dove la casa produttrice non indicava un trattamento della dentina con acidi forti.

L'analisi comparativa dei valori del Tensile Shear Stress at break ha mostrato come questi siano sovrapponibili nei vari gruppi e sottogruppi, ma con delle prestazioni leggermente più elevate nel gruppo 3.

Parole chiave: Adesivi smalto-dentali. Fibre di carbonio. Perna endocanalare. Sforzo di taglio a tensione.

ABSTRACT

Introduction

The latest advances in endodontics have made it possible to save even dental elements whose coronal part is mostly compromised.

Nowadays, endodontically treated teeth are re-built using corono-radicular restorations made of carbon fiber and composite resin.

The components of this kind of dental restoration, the carbon-fiber post, the fixing cement and the coronal restoration have features very similar to those of a healthy and intact dental element.

As it is well known, the weak points of these restorations are the post-cement and the cement-dentin interfaces. The goal is to make gaps as small as possible, so that any stresses are transmitted as homogeneously as possible throughout the body of the tooth.

The aim of our study is to compare the retentive strength among three different enamel-dentin adhesives used for fixing a carbon-fiber endodontic post, the Carbonpost (Town).

Materials and methods

30 endodontically treated teeth, whose crown was cut off, were selected and divided into 3 groups including 10 samples each, depending on which kind of cement was used to fix the post into the canal. Furthermore, each group was divided into 2 subgroups, depending on the use, or otherwise, of an endocanal irrigation, which consists of Hypochlorite and EDTA solutions.

The groups were selected as follows:

GROUP 1:

□ subgroup 1, including 5 samples, whose posts were fixed by Saturn (Dent Zar Inc.) cement, using endocanal irrigation;

□ subgroup 2, including 5 samples, whose posts were fixed by Saturn cement, not

using endocanal irrigation;

GROUP 2:

■ subgroup 1, including 5 samples, whose posts were fixed by Single Step (Denpac) enamel-dentin adhesive, using endocanal irrigation;

□ subgroup 2, including 5 samples, whose posts were fixed by Single Step enamel-dentin adhesive, not using endocanal irrigation;

GROUP 3:

□ subgroup 1, including 5 samples, whose posts were fixed by Scotchbond (3M) enamel-dentin adhesive, using endocanal irrigation;

□ subgroup 2, including 5 samples, whose posts were fixed by Scotchbond enamel-dentin adhesive, not using endocanal irrigation.

Crowns were restored using Saturn resin given in the Carbonpost (Town) kit.

Each sample was subjected to a Tensile Shear Stress test at break by an electronic dynamometer, using a testing speed of 1 mm/min to separate the dental root from the corono-radicular restoration.

The results were processed in Mpa (N/mm²), also to compare the values obtained by samples manufactured with posts of different diameter.

The mean value and the relative standard deviation was calculated for each subgroup.

Results

The result obtained for each sample and the mean value plus one standard deviation are showed in table 1.

Tensile Shear Stress at break best results were found in group 3, where the posts were fixed using Scotchbond enamel-dentin adhesive; groups 1 and 2 mean values were worse.

The highest standard deviation readings were found again in group 3, though the results were comparable in all groups.

In the subgroups where irrigation was used, only group 1 showed better results than the non pre-treated samples.

Altamura C, Majori M, Bedini R, Cantatore G.
Esame comparativo della resistenza alla trazione
di ricostruzioni post-endodontiche eseguite con
perni in fibra di carbonio e vari tipi di adesivi.
G It Endo 1999; 4: 184-189

Discussions and results

The best results were found in group 3, in which the posts were fixed using Scotchbond enamel-dentin adhesive. This means that the use of a less viscous material than the one found in the Carbonpost kit may be advisable, since it allows for a better penetration of the adhesive into an higher number of dentinal tubules.

Moreover, a lower percentage of gaps between post-cement and cement-dentin interfaces can be achieved by using a dual cement, allowing both autopolymerization and photopolymerization.

The use of an endocanal irrigation seems to be useful only if dentin is not etched before post-fixing.

Key words: Enamel-dentin adhesives.

Carbon-fibres. Endodontic posts.

Tensile-shear stress.

INTRODUZIONE

È universalmente riconosciuto che, dopo terapia canalare, un elemento dentale subisce delle modificazioni macroscopiche e microscopiche che lo rendono più fragile (1). Tale elemento dentale dovrà sopportare le stesse sollecitazioni occlusali, normalmente sopportate da un elemento dentale sano ed integro, possedendo tuttavia, rispetto ad esso, una minore resistenza (1-2-3). Ciononostante, la ricerca ha dimostrato che anche un elemento dentale trattato endodonticamente, se adeguatamente ricostruito, risulta valido dal punto di vista funzionale (1-2).

Nel campo delle ricostruzioni post-endodontiche, quelle che negli ultimi anni hanno attirato l'interesse degli operatori del settore, che ne hanno confermato la validità, sono costituite da resina composita e perno in fibra di carbonio. Numerosi sono infatti i vantaggi relativi a tale tipo di restauro: adesione alle strutture dentali residue, uniforme diffusione dei carichi masticatori, ma anche facilità e rapidità d'impiego, nonché costi relativamente bassi (4-5).

Riassumiamo brevemente in cosa consiste

questo sistema: le varie componenti, e cioè perno endocanalare, cemento di fissaggio e materiale di ricostruzione coronale, sono costituite da resina composita. Il perno, composto di fibre di carbonio disposte longitudinalmente ed inglobate in una matrice resinosa-epossidica, viene, dopo preparazione dell'alloggio intracanalare e rimozione dello smear-layer dalla parete canalare mediante pretrattamento con ipoclorito di sodio, acidi o chelanti (6-7), fissato passivamente (8), adoperando un cemento costituito da resina composita scarsamente caricata; successivamente la porzione coronale dell'elemento dentale viene ricostruita in resina composita, maggiormente caricata e di tipo ibrido.

Tutte le componenti, unite alla dentina radicolare, costituirebbero un insieme quanto più possibilmente omogeneo, in grado di assorbire e diffondere i carichi masticatori nella maniera quanto più simile possibile a quanto si verifica in un dente sano (9-10).

Sfortunatamente, i risultati clinici, anche a breve e medio termine, non sono stati fino ad ora sempre del tutto soddisfacenti.

Il distacco della ricostruzione post-endodontica dal sito radicolare costituiva l'inconveniente più frequente. Questo si verificava quasi sempre a livello del perno endocanalare, ed ovviamente in trazione (11). Se parliamo di interfacce, abbiamo a tale livello quelle perno-cemento e cemento-dentina. Una di queste, o entrambe, sono dunque le più coinvolte in tale tipo di problematica (12), e sono proprio queste che noi siamo andati a studiare in dettaglio.

A tale scopo abbiamo voluto esaminare *in vitro* il comportamento di ricostruzioni post-endodontiche sottoposte a sforzo di taglio a tensione, cioè a separazione forzata fra restauro corono-radicolare e struttura dentale residua. Questo per verificare non solo lo sforzo necessario per separare le componenti, ma anche per esaminare nella maniera più dettagliata possibile le modalità del distacco.

MATERIALI E METODI

In questa sperimentazione sono stati utilizzati tre diversi sistemi di adesione (cemento-composito Saturn (Dent Zar Inc.), adesivo smalto-dentale Single-Step Denpac, adesivo smalto-dentale Scotchbond Multipurpose Plus (3M), applicati ad elementi ricostruiti con perno endocanalare prefabbricato in fibra di carbonio Carbonpost (Town).

Il cemento composito Saturn compreso nel kit Carbonpost (Town), è un composito di tipo II (ibrido), che contiene l'81% di riempitivo inorganico (SiO_2), suddiviso in percentuale macro e micro. Può essere utilizzato, secondo quanto affermato dalla casa produttrice, per la cementazione di perni, per restauri posteriori e per la ricostruzione di monconi protesici.

Il sistema Saturn è costituito da diverse componenti che ne determinano la versatilità d'impiego:

□ una pasta base, disponibile in due tonalità di colore, una di contrasto, di colore azzurro (Contrast), per una più facile identificazione della ricostruzione coronale; l'altra di colore naturale (Natural), che viene invece impiegata sotto ricostruzioni in ceramica semitrasparente. Senza l'aggiunta del catalizzatore, il prodotto si comporta da composito fotoindurente;

□ un catalizzatore in pasta che viene utilizzato insieme alla pasta base nella ricostruzione di monconi o di corone, in quanto determina un aumento della massa del prodotto;

□ un catalizzatore liquido, di cui è indicata la miscelazione con la pasta base in quei casi in cui è richiesta al prodotto una marcata fluidità, come per la cementazione dei perni.

Dopo la miscelazione tra la pasta base ed il catalizzatore (in pasta o in liquido) il prodotto acquista la caratteristica dual, ossia può essere sottoposto ad autopolimerizzazione e/o a fotopolimerizzazione a seconda delle esigenze dettate dal caso da trattare.

Per tale sistema viene previsto dalla casa produttrice, prima dell'applicazione del prodotto, il solo trattamento della dentina radi-

colare con EDTA al 15%.

Il sistema adesivo denominato Single Step (Denpac), che è un adesivo definito arbitrariamente di quinta generazione, anche se non si può parlare di una effettiva nuova generazione di adesivi smalto-dentinali, è costituito dalla combinazione tra il primer polimerizzato e l'adesivo, che produce una forza di legame di oltre 31 Mpa in un film di soli 8 μ m di spessore, come specificamente affermato dalla casa produttrice. Prima dell'applicazione del primer-adesivo viene effettuata la mordenzatura con acido ortofosforico al 35%. L'impiego di questo tipo di adesivo prevede l'esecuzione della tecnica wet, che consiste nella incompleta asciugatura della dentina; in questa maniera si evita il fenomeno del collasso delle fibre di collagene, facilitando la penetrazione dell'adesivo all'interno dei tubuli dentinali quindi la formazione di uno strato ibrido fra dentina e resina.

Il sistema adesivo smalto-dentinale Scotchbond Multipurpose Plus (3M), prodotto già ampiamente collaudato in odontoiatria conservatrice, è costituito da una serie di componenti:

- il mordenzante, che ha la funzione di pretrattare lo smalto e di rimuovere il fango dentinale. Si tratta di acido ortofosforico al 35% con un pH di circa 0,6;

- l'attivatore, una soluzione acquosa di sali dell'acido sulfonico, i quali si ipotizza reagiscano con l'acido polialchenoico del primer producendo radicali liberi in grado di favorire la reazione di polimerizzazione;

- il primer, una soluzione acquosa di 2-idrossietilmetacrilato (HEMA) e copolimero dell'acido polialchenoico. L'incorporazione di questo copolimero nella formulazione si è dimostrata importante al fine di migliorare l'effetto negativo dell'umidità in un ambiente ad alta umidità relativa. Lo scopo del primer è quello di permettere allo strato successivo di adesivo di bagnare la superficie mordenzata;

- l'adesivo, che consiste in una resina BIS-GMA, combinata con HEMA. Al suo interno, una miscela di ammine ne permette da un lato la polimerizzazione in soli 10 secondi e dall'altro una compatibilità con il perossido del catalizzatore. In questo modo l'adesivo può essere fotopolimerizzato oppure,

in combinazione con il catalizzatore, subire una reazione di autopolimerizzazione:

- il catalizzatore, che deriva dall'unione della resina BIS-GMA e dell'HEMA con il perossido, tipica delle resine autopolimerizzanti.

Il perno Carbonpost (Fig. 1), parte integrante di tutti gli elementi-campione utilizzati in questo studio, è costituito da fibre continue di carbonio del diametro di 5.3 μ m, come rilevato dagli autori sottoponendo il perno ad un'analisi ultramicroscopica al S.E.M. a 5000 X (Fig. 2). Queste si presentano a disposizione longitudinale unidirezionale secondo l'asse del perno stesso.

A differenza di altri perni endocanalari in fibra di carbonio, questo presenta fibre non pretensionate prima dell'immissione della matrice resinosa-epossidica, al fine di garantire, secondo la casa produttrice, un più uniforme assorbimento dei carichi masticatori.

Il perno Carbonpost, disponibile in quattro diversi formati (1.0; 1.4; 1.7; 2.0 mm.), presenta una forma cilindrica di diametro costante lungo tutta la sua estensione, seguita da una corta estremità tronco-conica.

Sono stati presi in esame 30 elementi dentali monoradicoliati, estratti a causa di patologie parodontali e conservati in soluzione di



Fig. 1 - Il perno Carbonpost® (Town).

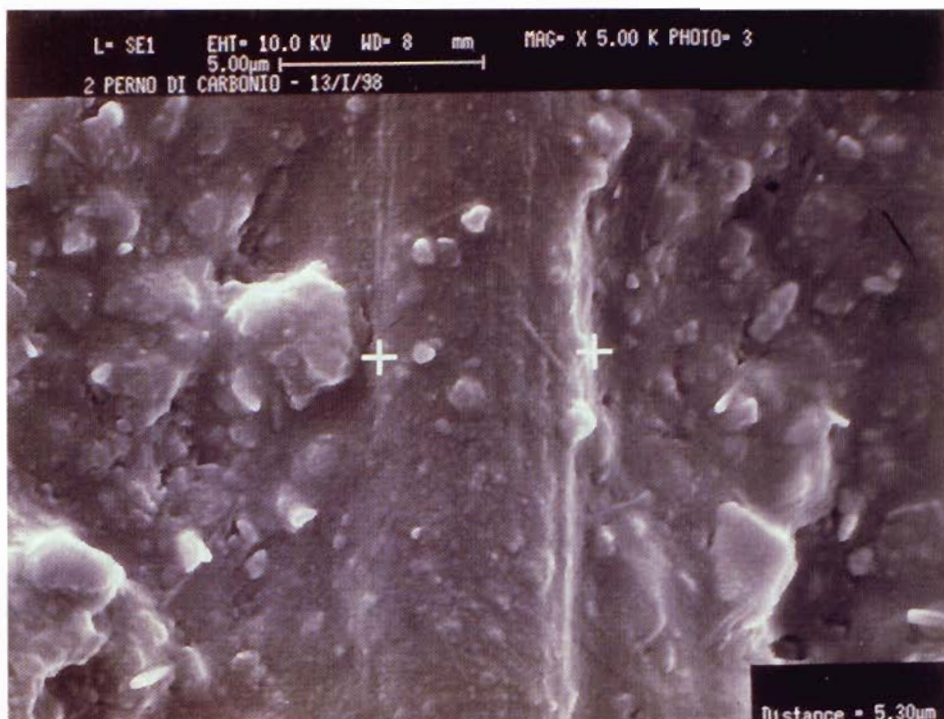


Fig. 2 - Immagine al S.E.M. di una porzione superficiale di un perno Carbonpost® (Town) osservata a 5000X.

formalina al 10%, sottoposti a trattamento endodontico per mezzo di K-files secondo la metodica crown-down e successivamente ad otturazione del canale con guttaperca e cemento endodontico a formula Rickert.

È stata quindi eliminata la porzione coronale di ciascun elemento secondo un piano di sezione perpendicolare all'asse lungo dentale, passante 1 mm coronalmente alla giunzione amelo-cementizia.

Si è poi proceduto alla preparazione dell'alloggio endocanalare del perno prima con frese Gates-Glidden, poi con le frese calibrate del kit Carbonpost, secondo la tecnica suggerita dalla Casa produttrice.

Dopo l'eliminazione dei residui coronali di guttaperca per mezzo di ultrasuoni è stata effettuata la prova del perno nel canale radicolare così trattato e la sezione dello stesso con un disco separatore, e non con frese diamantate e simili, per non distruggere l'architettura delle fibre del perno, lasciando circa 4 mm di perno emergenti dall'accesso per sfruttarne questa porzione in sede di ricostruzione coronale.

A questo punto è stata eseguita, nella metà dei campioni, scelta a caso fra i trenta disponibili, il pretrattamento della parete canale mediante irrigazione con additivi:

- EDTA al 15% a permanenza per 2 minuti;
- Canalclean (Ogna), miscela di acido citrico, acido ortofosforico e cetrimide, a per-

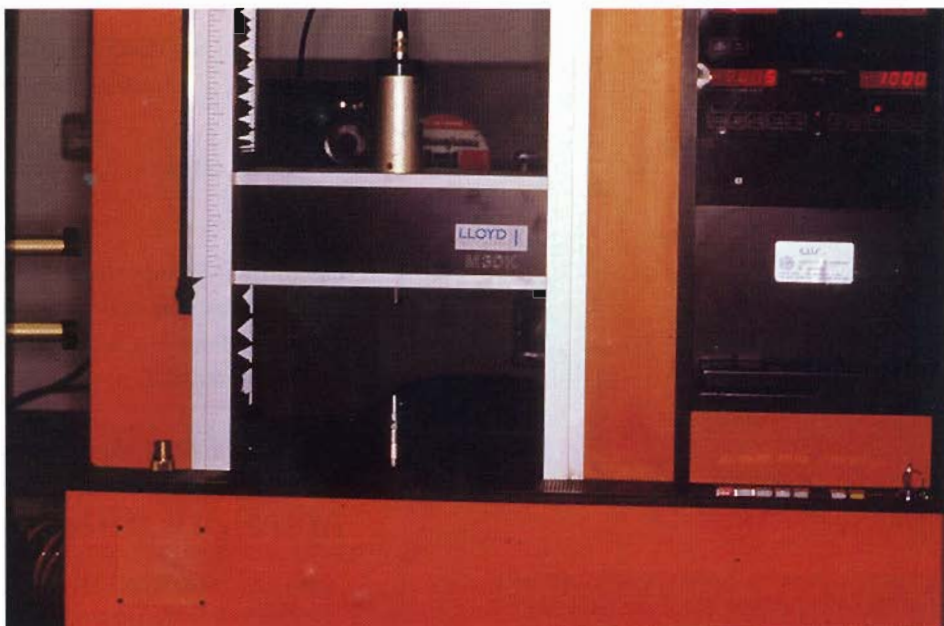


Fig. 4 - Dinamometro M 30 K della Lloyd Instruments utilizzato per il test.

manenza per 2 minuti;

- ipoclorito di sodio al 5% a scorrimento per 1 minuto.

Gli elementi sono stati successivamente sottoposti ad asciugatura dell'alloggio canalare con coni di carta.

Per la rimanente parte dei campioni (sottogruppi di controllo) è stata adoperata solo acqua per una grossolana rimozione dei detriti dagli alloggi canalari, procedendo successivamente alla loro asciugatura con coni di carta.

Per ognuno dei tre gruppi campione, ottenuti scegliendo casualmente gli elementi campione fra tutti quelli disponibili, pur considerando la suddivisione in due sottogruppi precedentemente menzionata, i perni sono stati cementati adoperando le modalità d'impiego indicate dalle rispettive case produttrici.

Si è infine proceduto alla ricostruzione coronale dei campioni con composito Saturn Dual applicando intorno ad ogni campione un anello di rame per facilitare la

procedura di ricostruzione post-endodontica della porzione coronale e polimerizzando il materiale per 40 secondi con lampada alogena. Dopo rimozione del supporto metallico la ricostruzione è stata rifinita con frese montate su turbina sotto abbondante raffreddamento con acqua.

A livello delle estremità del maggior diametro trasversale sono state preparate, su ogni campione, due nicchie a forma di parallelepipedo rettangolo di altezza 4 mm, lunghezza e profondità 1.5 mm. Queste, tagliate per 2 mm nel contesto del tessuto radicolare e per gli altri 2 mm nel contesto della ricostruzione coronale, sono state preparate allo scopo di accogliere le estremità di un dispositivo di afferraggio costituito da una doppia micropinza a molla (Fig 3).

I campioni realizzati sono stati sottoposti a prove di resistenza alla rottura del complesso perno-cemento-dentina sottoposto a tensione meccanica tramite dinamometro elettronico M30K della Lloyd Instruments (Fig. 4). Per questo tipo di prove è stata utilizzata una cella di carico di 500 N (Fig. 5), ed è stata impostata una velocità di allontanamento dei dispositivi di afferraggio pari a 1 mm/min.

Una volta riscontrato in tutti i campioni il distacco dell'intera ricostruzione post-endodontica dalla sostanza dentale residua, i valori di rottura per ogni campione, espressi in Newton, sono stati elaborati per ottenere il valore del tensile shear stress at break in MPa (N/mm^2), in modo da poter effettuare una valida comparazione fra i vari campioni esaminati. Precisamente, ciascun valore registrato dal dinamometro ed espresso in Newton, è stato diviso per l'area laterale del perno sottoposta allo sforzo di taglio.

Il risultato ottenuto, espresso in MPa, rappresenta lo sforzo di taglio per mm^2 di superficie laterale del perno rendendo così possibile la comparazione dei risultati otte-

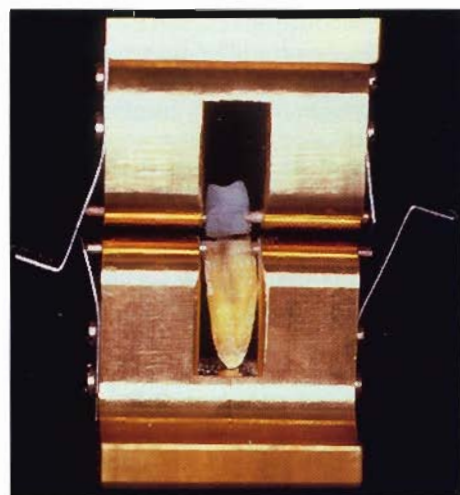


Fig. 3 - Campione inserito nel dispositivo di afferraggio utilizzato per il Tensile Shear Stress test at break.



Fig. 5 - Cella di carico di 500 Newton adoperata per il test.

RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati per i vari gruppi sono stati espressi singolarmente nella tabella 1, e l'elaborazione dei valori medi per ogni sottogruppo con le relative deviazioni standard si possono osservare nella figura 7.

Nel calcolo dei valori medi è stato eliminato il valore più basso onde eliminare quanto più possibile nell'interpretazione dei risultati la possibilità di errori accidentali nella preparazione dei vari elementi campione.

Prendendo subito in considerazione l'utilità o meno di un pretrattamento della parete dentinale con EDTA e ipoclorito di sodio, l'unico dato notevole è costituito da un probabile minimo effetto solo nei campioni del primo gruppo (Saturn, sottogruppo "con additivi"); per quanto riguarda gli altri 2 gruppi l'effetto è risultato praticamente ininfluente; risultato questo prevedibile dato che nei gruppi 2 e 3 si è avuto un trattamento molto più spinto della parete dentinale mediante la mordenzatura di essa con acido ortofosforico al 35%.

Il valore medio più basso è stato riportato dai campioni del gruppo 2 (Single Step). Tale sistema adesivo di nuova concezione, funzionante secondo la metodica wet, che, come è noto, impedisce il collasso delle fibre collagene intertubulari dopo mordenzatura, e fornito di un primer in combinazione con l'adesivo, che migliorando la permeabilità della resina favorisce la formazione dello strato ibrido fra dentina e adesivo, non ha funzionato come previsto. Il Single step è un adesivo adoperato in odontoiatria conservatrice; è fotopolimerizzante, non dual curing. Probabilmente la fotopolimerizzazione eseguita nel corso della sperimentazione impiegando una lampada a luce alogena non è stata sufficiente a consentire al materiale di assumere in pieno le sue caratteristiche chimico-fisiche, quindi la sua efficacia adesiva.

Valori medi leggermente più alti di resi-

SFORZO DI TAGLIO A ROTTURA (Mpa)
Tensile Shear-Stress at break (TSb)

T.S.b. (Mpa) = $\frac{\text{Valore di rottura a tensione (N)}}{\text{Superficie di rottura (mm}^2\text{)}}$

dove in questo caso la Superficie di rottura è la Superficie laterale della parte del perno cementata, che ricordiamo si può ricavare:

- moltiplicando il diametro del perno per π (3,14);
- Il risultato viene moltiplicato per l'altezza della parte del perno cementata.

Fig. 6 - Metodica seguita per il calcolo dei valori ottenuti dai vari elementi campione nel Tensile Shear Stress test at break.

SFORZO DI TAGLIO A ROTTURA (Mpa) Tensile Shear-Stress at break (TSb)					
Materiali con additivi			Materiali senza additivi		
Saturn	Single Step	Scotchbond	Saturn	Single Step	Scotchbond
0.9	0.4	2.4	1.7	0.9	1.5
1.7	1.2	3.3	1.8	1.6	2.3
1.9	1.2	4.2	1.9	2.3	6.4
3.8	1.8	9.2	2.4	2.3	8.9
Valore medio \pm Deviazione Standard					
2.1 \pm 1.2	1.1 \pm 0.6	4.8 \pm 3.0	1.9 \pm 0.3	2.1 \pm 1.2	4.8 \pm 3.5

Tab. 1 - Risultati delle prove di sforzo di taglio a tensione riportati dai campioni esaminati.

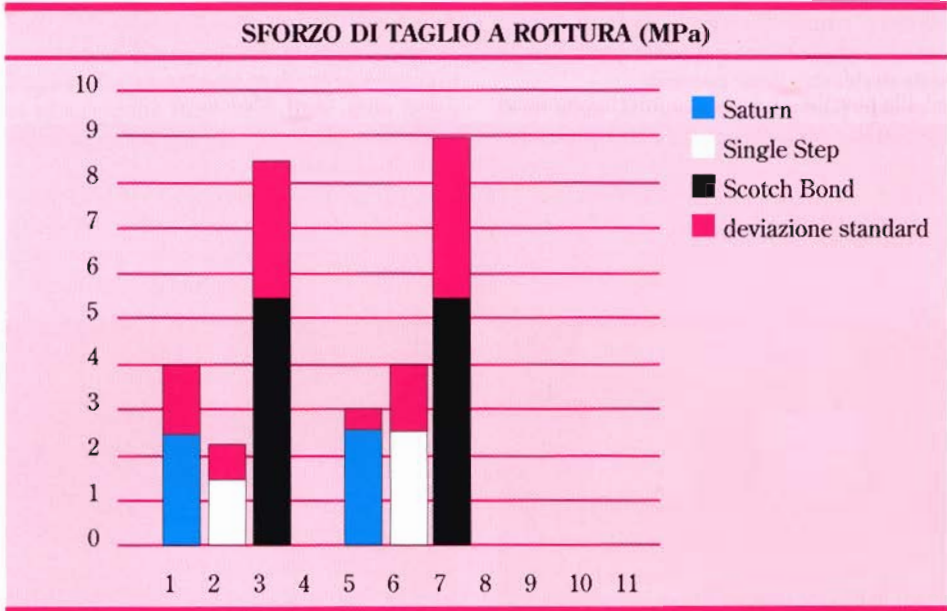


Fig. 7 - Istogramma dei valori medi a rottura dello sforzo di taglio a tensione con le relative deviazioni standard per ogni sistema di adesione esaminato.

stenza al tensile shear stress at break sono stati riportati dai campioni del gruppo 3 (Scotchbond). Questi, pressoché sovrapponibili nei due sottogruppi, suggeriscono la necessità di un trattamento della superficie dentinale con acido ortofosforico al 35%, della preservazione delle fibre collagene mediante la wet technique, dell'impiego di un primer in grado di favorire lo scorrimento della resina adesiva (in questo caso molto fluida) in profondità nei tubuli dentinali e la formazione dello strato ibrido, quindi un'adesione sia di tipo chimico che di tipo meccanico fra dentina e composito.

Si deve comunque notare che, pur essendo stati ottenuti in questo gruppo valori di resistenza alla rottura abbastanza elevati in taluni campioni, il valore medio ottenuto rimane complessivamente abbastanza basso, per giunta con alti valori di deviazione standard, che rendono i risultati di questo gruppo quasi sovrapponibili a quelli degli altri due.

CONCLUSIONI

I risultati dell'analisi sperimentale, pur essendo necessarie ulteriori conferme in questo campo, evidenzerebbero la necessità di un pretrattamento spinto della parete dentinale con acidi forti prima della cementazione del perno, che dovrebbe comunque essere eseguita impiegando un materiale più fluido del cemento composito fornito nel kit in esame. Un adesivo non caricato, infatti, grazie anche all'azione di un primer ed alla possibilità di una polimerizzazione di tipo dual, riuscirebbe a penetrare maggiormente nel contesto dei tubuli dentinali, conferendo alla ricostruzione post-endodontica una maggiore adesione alle strutture dentali residue.

L'analisi dei valori medi e delle relative deviazioni standard dello sforzo di taglio a tensione mostra dei risultati che potrebbero rivelarsi quasi sovrapponibili tra i vari gruppi. Pertanto le prove preliminari, eseguite in questo contesto, dovranno essere ampliate per indagare meglio anche a livello ultrastrutturale tramite S.E.M. le interfacce perno-cemento-dentina anche dopo la rottura ed eventualmente valutare in modo più approfondito le condizioni dello strato superficiale del perno.

BIBLIOGRAFIA

1. Cantatore G. Struttura dentinale e procedure endodontiche. *Dental Cosmos* 1995; 2: 13-45
2. Goracci G, Cantatore G. Le ricostruzioni di molari e premolari devitalizzati: principi e metodiche. *In tema di Odontoiatria e Cultura* 1991; 9: 12-8
3. Reeh ES, Messner H, Douglas H. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endodon* 1989; 15: 512-6
4. Dallari A, Rovatti L. I perni endocanalari. ed. II. Bologna: Ed. Martina, 1996; 16-29
5. Durney EC, Rosen H. Root fracture as a complication of post design and insertion. *Oper Dent* 1977; 2: 90-6
6. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981; 52: 197-204
7. Yamada RS e coll. A scanning electron microscopic comparison of a high volume flush with several irrigating solutions. Part 3. *J Endodon* 1983; 9: 137-42
8. Martignoni M. e coll. Il perno moncone passivo. *Att Dent* 1990; 38: 8-16
9. Duret B, Reynaud M, Duret F. Un nouveau concept de reconstitution corono-radicaire. *Le Composipost. (I) Le Chirurgien-Dentiste de France* 1990; 540: 131-41
10. Duret B, Reynaud M, Duret F. Un nouveau concept de reconstitution corono-radicaire: le Composipost. (II) *Le Chirurgien-Dentiste de France* 1990; 542: 69-77
11. Altamura C, Massimano A, Cantatore G. Resistenza alla trazione di tre tipi di perni endocanalari prefabbricati. *Att Dent* 1996; 11/12: 16-9
12. Goldman M, De Vitre R, Pier M. Effect of the dentin smeared layer on tensile strength of cemented posts. *J Prosth Dent* 1984; 52 (4): 485-8